



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICAS

FUENTE DIGITAL DE ALTO VOLTAJE, BASADO EN
EMBOBINADO DE IGNICIÓN Y SISTEMA
COCKROFT-WALTON

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

Licenciado en Electrónica

PRESENTA:

Juan Francisco Verdugo Arredondo

DIRECTOR:

Carlos Duarte Galván
Christian Valerio Lizárraga

Culiacán, Sinaloa, 2017

*A mis padres, Martha Aidé Arredondo Solís y Francisco Verdugo Fierro. A mis
hermanos Dulce Esmeralda Verdugo Arredondo y Néstor Javier Espino Arredondo.
Por ayudarme a crecer en cada aspecto de mi vida.
Yo.*

Reconocimientos

También quiero agradecer a mis grandes maestros que me enseñaron que la sabiduría se encuentra en la motivación y el trabajo duro, Carlos Duarte Galvan, Cristian Valerio, Dr. Millan, etc..

A mi Universidad y sus instituciones, por abrirme las puertas a esta gran casa de estudio, al parque de innovación tecnológico, por haberme formado de la mejor manera posible y por la infinidad de oportunidades que se abren tras el conocimiento que se me ha otorgado. Sin mas ¡gracias!

Declaración de autenticidad

Por la presente declaro que, salvo cuando se haga referencia específica al trabajo de otras personas, el contenido de esta tesis es original y no se ha presentado total o parcialmente para su consideración para cualquier otro título o grado en esta o cualquier otra Universidad. Esta tesis es resultado de mi propio trabajo y no incluye nada que sea el resultado de algún trabajo realizado en colaboración, salvo que se indique específicamente en el texto.

Juan Francisco Verdugo Arredondo. Culiacán, Sinaloa, 2017

Índice general

Índice de figuras	IX
Índice de tablas	XI
1. Resumen	1
1.1. Antecedentes y justificación	2
1.2. Planteamiento del problema	4
1.3. Hipótesis y objetivos	4
1.3.1. Objetivo General	4
1.3.2. Objetivo Particular	4
1.3.3. Hipótesis	5
1.4. Estructura de la tesis	5
2. Marco teórico	7
2.1. Calculo de capacidad de corriente en pistas de circuitos impresos	7
2.2. Ruidos e interferencias	11
2.2.1. Ruidos en micro-controladores y sistemas digitales	11
2.3. Fuente de voltaje lineal	13
2.3.1. Transformador	13
2.3.2. Rectificador	13
2.3.3. Filtro	13
2.3.4. regulador	13
2.3.5. carga	13
2.4. Disipadores de calor	14
2.5. Micro-controlador	14
2.6. Inversores de voltaje	14
2.7. Bobina de ignición	14
2.8. Fuentes de alto voltaje mas comunes	14
2.9. Multiplicador de voltaje Cockcroft-Walton	14
3. Metodología	15
3.1. Sección	16
3.2. Sección en color azul	17

ÍNDICE GENERAL

3.2.1. Subsección	17
3.2.2. Otra subsección	18
4. Análisis de Resultados	21
4.1. Resultados	21
5. Conclusiones	23
A. Código/Manuales/Publicaciones	25
A.1. Apéndice	25

Índice de figuras

2.1. Calculo de ancho de pistas 1	9
2.2. Calculo de ancho de pistas 1	10
2.3. Condensador Bypass	12
2.4. Condensador Bypass	12
2.5. estructura fuente lineal	13
3.1. Topologia de fuente de alto voltaje	16
3.2. Descripción de la planta	17

Índice de tablas

3.1. Parámetros dinámicos del carro-péndulo	17
---	----

Capítulo 1

Resumen

El trabajo de esta tesis consiste en el desarrollo de una fuente de alto voltaje y bajo ruido para la implementación en un acelerador de partículas tipo lineal, mediante la utilización de un sistema de inversor de voltaje y un rectificador del tipo multiplicador, Cockcroft–Walton, así como también un control del sistema con lazo cerrado e interfaces gráficas para el usuario.

Durante el desarrollo del sistema de alto voltaje se realizó el diseño, la simulación, la fabricación y la validación de los datos proporcionados por el sistema, tomando en cuenta la optimización en el uso de componentes para obtener una reducción en el costo de la fabricación del sistema de alto voltaje.

Obteniendo como resultado un sistema de bajo costo, el cual puede generar alto voltaje de mediana potencia y bajo ruido, obteniendo una comparación entre fuentes de alto voltaje comerciales implementadas en aceleradores de partículas y reactores nucleares de baja potencia.

Como resultado de esta tesis se muestra una comparación entre el diseño realizado y una fuente de alto voltaje comercial llamada... las cuales han sido sometidas a cargas similares a las utilizadas en aceleradores de partículas.

1.1. Antecedentes y justificación

Uno de los mayores avances tecnológicos de la humanidad ha sido el desarrollo de aceleradores de partículas, ya que tienen grandes aplicaciones en las áreas médicas, militares y alimentarias. Podemos hacer referencia, en medicina, a un echo actual, el veinte por ciento de los fármacos radiactivos que se inyectan en los pacientes son producidos en aceleradores del tipo Ciclotrones. Los cuales aceleran los protones típicamente a energías de 40 MeV. Estos aceleradores son diseñados para funcionar de manera confiable produciendo haces de alta intensidad con un mínimo de intervención humana, he allí la meta en esta tesis.

En el pasado la radio terapia hacia uso extendido de agujas de radio o rayos gamma de cobalto radioactivo, la desventaja de este tipo de maquinaria es que tienen que tener un funcionamiento ininterrumpido, y con el pasar del tiempo su energia decae y es necesario cambiar la fuente radioactiva y resguardarla del medio ambiente, la cual representa un peligro para la humanidad y un problema sin solución actual, ya que la contaminación es latente.

Otro de los tantos ejemplos de las aplicaciones de estas tecnologías es en la rama de la fusión nuclear, ya que estas requieren fuentes de alto voltaje para su funcionamiento, en Mexico existe desarrollo en esta área. En la parte experimental, en 1978 se inició un proyecto mexicano de fusión termonuclear y, en 1983, se propuso el diseño de una pequeña máquina experimental llamada “Novillo”. Este (pequeño) Tokamak fue diseñado y construido por trabajadores mexicanos del ININ en el Centro Nuclear de Salazar, México. La continuación de los trabajos de investigación en el Tokamak Novillo, permitirá que el país se reincorpore a una de las áreas de investigación en Física de Plasmas más prometedoras para el futuro energético. La infraestructura existente y la experiencia adquirida, permitirán contribuir al desarrollo de una futura aplicación de la energía nuclear de fusión, la cual será una fuente alterna de energía en el presente siglo. La continuación de las investigaciones en fusión permitirá a los investigadores del ININ, el ingreso a programas bajo el auspicio del Organismo Internacional de Energía Atómica y a un futuro mediano, el ingreso a los trabajos relacionados con los proyectos ITER e IGNITOR. (fuente: <http://www.inin.gob.mx/temasdeinteres/fusionnuclear.cfm>).

Bajo la premisa de la ventaja del desarrollo tecnológico de los aceleradores de partículas para nuestro país, es necesario comenzar los estudios en estos temas, ya que las posibilidades de aplicación son bastas y de suma importancia. Con el pasar del tiempo las aplicaciones han aumentado considerablemente, desde ramas de la medicina como ya lo mencionamos, hasta sistemas de aislamiento por campo magnético de plasmas y sistemas para aumentar temperaturas hasta puntos de fusión para sistemas de generación de energía en plantas de fusión nuclear, los mexicanos han apostado por la participación en el desarrollo de estas tecnologías.

Este trabajo de tesis pretende dar un pequeño acercamiento a temas relacionados con los ya antes mencionados, mediante el desarrollo de la instrumentación de una fuente de alto voltaje para un acelerador de electrones lineal, el cual se divide en varias etapas de desarrollo, la primera es el sistema de fuentes, nos basaremos en el desarrollo echo por Cockroft-Walton (CW) (1932) combinado con un inversor de voltaje a alta frecuencia incidente en un embobinado de ignición controlado digital mente mediante un microcontrolador a lazo cerrado, el cual cuenta con una comunicación PC-HPW (HIGH POWER SUPPLY), permitiendo al usuario, mediante una retroalimentación, configurar la fuente de voltaje a los parámetros deseados, así como también guardar un registro en las variaciones de corriente y voltaje a la que nuestra fuente es sometida.

1.2. Planteamiento del problema

Hoy en día el desarrollo de tecnologías que involucran aceleradores de partículas esta cada vez mas presentes en la vida diaria, en México ya existe participación en desarrollo de gran nivel, como lo es el Instituto de Investigaciones Nucleares (ININ) y distintos laboratorios de gran importancia en nuestro país, lo cual brinda la posibilidad a los investigadores de involucrarse en este tipo de desarrollo para poder satisfacer las necesidades que se requieren.

El uso de aceleradores de partículas para aplicaciones medicas ha tenido gran auge en los últimos años, ya que las ventajas que tienen sobre las fuentes radioactivas son bastas, este echo da la oportunidad a las universidades de preparar expertos en estos temas y diseñar maquinaria a medida, que cumpla las exigencias de la región. Aunque ya existen trabajos referentes a fuentes de alto voltaje, generación de electrones mediante telurio y detectores de estos mismos, la curva de aprendizaje necesaria para especializarse en estos temas es grande y dejar un precedente en nuestro país es necesaria y muy útil, es por ello que estas investigaciones son de gran importancia.

1.3. Hipótesis y objetivos

1.3.1. Objetivo General

Este trabajo tiene por objetivo desarrollar una fuente de alto voltaje de hasta 20 KV y 180 W de potencia, capaz de trabajar con los requerimientos necesarios para un acelerador de partículas lineal.

1.3.2. Objetivo Particular

- Desarrollo de fuente estable de alto voltaje.
 - Diseño de fuente de voltaje a 12V, 180W y bajo ruido.
 - Simulación de fuente de voltaje a 12V.
 - Construcción de fuente de voltaje 12V.
 - Interfaces gráficas para control de inversor.
 - Diseño de driver generador de PWM bipolar para inversor.
 - Simulación de driver generador de PWM bipolar
 - Construcción de driver generador PWM bipolar.
 - Diseño de interfaces graficas para control de inversor

1.3.3. Hipótesis

El diseño adecuando de un sistema de generación de alto voltaje nos permite llevar acabo experimentos y diseño de maquinaria necesaria en aceleradores de partículas, con el cual se podrá desarrollar tecnología aplicada en esta área.

1.4. Estructura de la tesis

Este trabajo está dividido en XX capítulos. Al principio se encuentra el desarrollo de un trabajo de tal cosa xx este es un ejemplo.

Finalmente se encuentra la parte de... vamos a seguir con mas comentarios, la parte del comentario comentario comentario nuevo, este sera el tercer comentario de prueba.

Capítulo 2

Marco teórico

2.1. Cálculo de capacidad de corriente en pistas de circuitos impresos

Antes de comenzar con la fabricación de un diseño de PCBs se debe de considerar el tamaño de pistas necesarios para el manejo de corrientes para cada circuito desarrollado, por esa razón mediante un análisis empírico se debe avanzar en el diseño.

En la actualidad los requerimientos de corriente llevan al límite la capacidad de reducir el ancho de las pistas y espacios debido a que se desarrollan componentes cada vez más pequeños y sistemas igualmente más compactos, esto obliga al desarrollador a adaptarse a estos nuevos requerimientos.

Para encontrar una solución a esta eventualidad es necesario recurrir a estudios en estos temas que nos permita acercarnos al límite y para ello debemos de considerar todos los parámetros que influyan en nuestro sistema, obteniendo así resultados más precisos. En nuestro caso nos basaremos en los gráficos publicados en el IPC2152 “Standard for Determining Current Carry Capacity in Printed Board Design” en 2009, este estándar es ampliamente utilizado en muchos proyectos que requieran este tipo de análisis.

Para el correcto entendimiento de los procesos que influyen en las pistas por el paso de la corriente debemos de recordar que el paso de la corriente por un conductor produce en este una caída de potencial que esta gobernada por la ley de OHM ($R=V/I$), esta caída de potencial se disipa en forma de calor por el efecto Joule $Q = I^2 R t$. En nuestro el conductor es nuestra pista, su resistencia depende de varios factores, pero lo principal es su sección (ancho x espesor) y su longitud. El efecto térmico es en realidad el que nos interesa conocer al momento del dimensionamiento de la PCB. Por esta razón, para poder calcular una capacidad de transporte de corriente, hay que analizarlo en

2. MARCO TEÓRICO

términos de incremento de temperatura. Fijando como un incremento maxico admisible.

Existen algunos parámetros que se deben de considerar importantes de conocer, ya que los mismos alteran o modifican el comportamiento termico de la pista, afectando de manera significativa, los mas importantes son:

- Corriente eléctrica que circula.
- Tipo de material base.
- Calculo de corriente de pistas.
- Sección de la pista.
- Espesor del laminado de cobre.
- Espesor de la placa.
- Presencia de planos de tierra o grandes áreas de cobre.
- Ambiente de aplicación (gabinete, forzadores de aire, vacío, etc.)

Considerar todos estos parámetros en un modelo es bastante complicado, tanto que, en sí, el estándar fue fijado por medio de ensayos y presentando los resultados en forma de curvas. Mediante estos datos empíricos se hace una aproximación que se acerque al límite que deseamos, tomando en cuenta que es importante sobredimensionar dichos límites.

El cálculo que se realiza se basa en el fijado de una variación máxima de temperaturas admisibles. La variación térmica se define como un aumento de temperatura por encima de la temperatura inicial que experimenta el conductor.

Para el cálculo se requieren los gráficos ya antes mencionados que son dos. El primer grafico es una de las tres entradas y se trata de una serie de curvas que corresponden a los incrementos de temperatura desde diez a cien grados centígrados. En el eje de las ordenadas se grafica la corriente máxima en amperes y en el de las abscisas obtenemos la sección de la pista en milésimas de pulgada cuadrada. El segundo grafico tiene de igual manera tres entradas y en esta se centra en el espesor del cobre, adoptando los valores típicos en los que se fabrican las PCBs, llegando desde 0.5 hasta 3 Oz/ft².

Los cálculos necesarios son sencillos y claros de realizar, para ello necesitaremos los siguientes datos:

- Corriente máxima a soportar.
- Incremento máximo de temperatura admisible.

2.1 Cálculo de capacidad de corriente en pistas de circuitos impresos

- Espesor de cobre del material utilizado.

Utilizando el valor de corriente nos ubicamos en el gráfico 1 por el eje de las ordenadas y proyectamos el valor en forma paralela al eje de las abscisas hasta interceptar la curva que corresponde a la temperatura máxima admisible, luego tomamos el punto en las ordenadas hasta obtener el valor de las abscisas que le corresponde. Ese valor es el valor de la sección cuadrada que debe tener la pista.

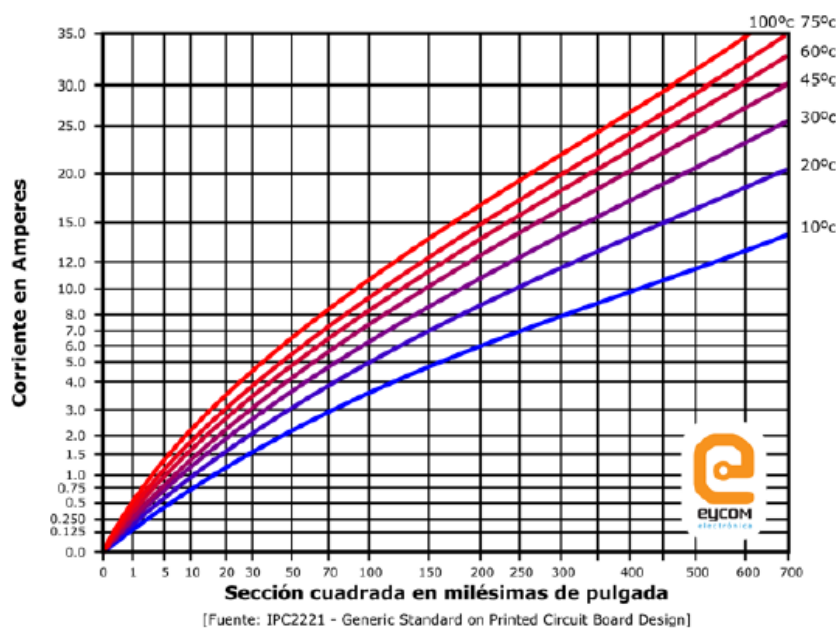


Figura 2.1: Cálculo de ancho de pistas 1

2. MARCO TEÓRICO

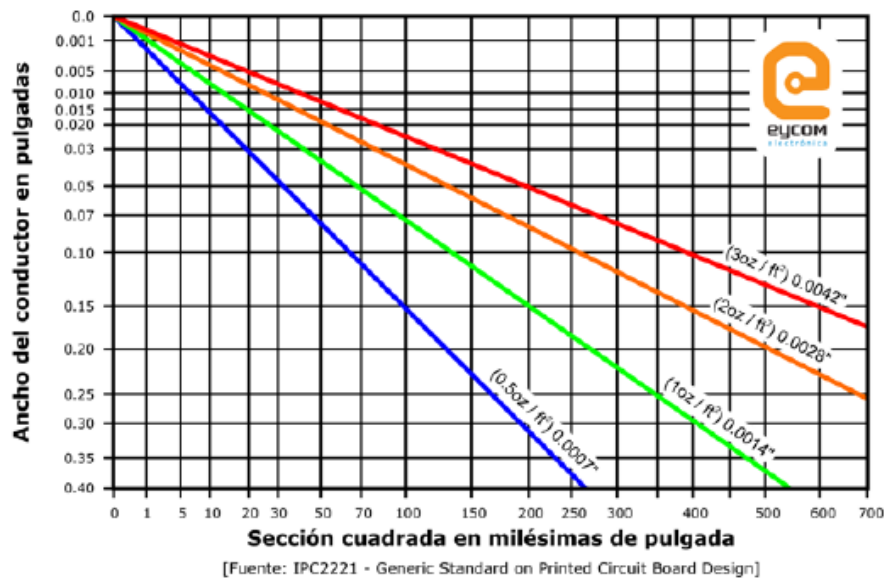


Figura 2.2: Cálculo de ancho de pistas 1

2.2. Ruidos e interferencias

2.2.1. Ruidos en micro-controladores y sistemas digitales

En particular no existe una forma tal cual para evitar ruidos en nuestros sistemas electrónicos, sino más bien dependiendo de las características de los proyectos se siguen distintos arreglos que mejoran la calidad de las señales que muchas veces, sin el trato adecuado pueden afectar a microcontroladores, PICs o distintos sistemas digitales o analógicos que se presenten.

Cuando diseñamos un circuito en general, es probable que funcione correctamente en un simulador o en el Protoboard, pero al momento de accionar o activar cargas de potencia o en señales de alta frecuencia los problemas de ruidos aparecen y las afectaciones pueden llegar a distorsionar una señal o causar estragos en nuestros componentes o cargas.

Debemos aclarar que los ruidos electrónicos, no afectan a todos los circuitos por igual, debemos de considerar el tipo de electrónica que estamos desarrollando, entre las que se encuentran circuitos de potencia, de alta frecuencia, componentes como microcontroladores, FPGAs, PICs, etc. que requieren estabilidad en alimentaciones o entradas. Considerando esto la eliminación de ruidos puede ser algo simple como condensadores cerámicos o electrolíticos, hasta la necesidad de realizar arreglos complicados.

En nuestro caso estaremos accionando transistores, MOSFETs, bobinas y componentes que requieren grandes consumos de corriente, es por ello que necesitamos tomar en cuenta ciertos aspectos para evitar que dicho ruido afecte al sistema en general o a componentes en específicos claves como el microcontrolador o el sistema de conexión al computador que se estará manejando.

Para resolver el problema con los ruidos electrónicos, debemos de actuar de forma pro-activa, es decir, tener en cuenta todos los detalles importantes de operación de nuestro circuito, antes de construirlo de forma definitiva. Para ello tenemos que tomar en cuenta que nuestro micro-controlador es un elemento digital y se deben de tomar todos los cuidados para un óptimo funcionamiento.

Teniendo en cuenta lo antes mencionado nos apegaremos a una lista de requerimientos que nuestro circuito deberá de cumplir para obtener el menor ruido posible. Nos concentraremos en esta primera lista en requerimientos necesarios para componentes digitales como micro-controladores.

- Utilizar un condensador Bypass (0.1uF) entre los pines de alimentación y tierra del microcontrolador y de cada circuito integrado que componga al sistema.

2. MARCO TEÓRICO

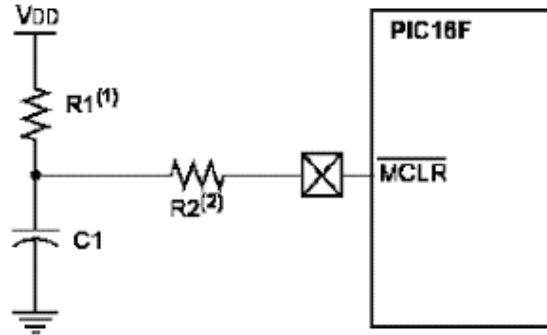


Figura 2.3: Condensador Bypass

- Evitar dejar pines sin conexión. Llevarlos a GND, programando dichos pines como salidas y otorgándoles un valor de 0.
- Utilizar condensadores de aterrizado del cristal.
- Utilizar Reset por Hardware, ya que este es más efectivo y estable, que el Reset por software.
- Si el microcontrolador debe leer botones, pulsadores y/o interruptores. Conecte un condensador de 0.1uF entre el pin de entrada y tierra (GND), para eliminar el efecto “antena”, que producen los pines de entrada, del microcontrolador.

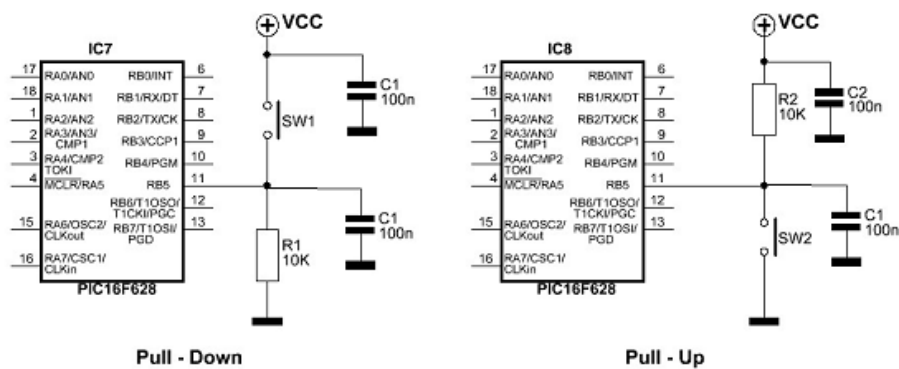


Figura 2.4: Condensador Bypass

Para circuitos mas complejos se deben de llevar acabo ciertas consideraciones dependiendo de los niveles de potencia a manejar. En nuestro caso

2.3. Fuente de voltaje lineal

Es común en proyectos de electrónica no especializados la utilización de diferentes tipos de fuentes de voltaje, entre las que se encuentran fuentes lineales, conmutadas, boost o tipo buck y los problemas que puede causar la falta de atención en este punto tan crucial puede afectar los resultados finales de un proyecto. Es por ello que se necesita conocer los principios fundamentales que reinan a este tipo de sistemas que gobernarán el comportamiento de nuestro proyecto al nivel más básico.

La fuente de voltaje lineal consiste en un sistema sencillo y estructurado, el cual se diseña en diferentes configuraciones en cada módulo a partir del tipo de carga que requiere el proyecto. Para ello podemos observar en la figura 2.5 de manera ilustrativa el orden de la estructura básica de una fuente lineal.



Figura 2.5: estructura fuente lineal

De manera independiente podemos analizar cada aspecto presentado en la imagen, el cual, de uno en uno se va realizando un análisis para definir los valores y topologías que satisfacen las necesidades requeridas. Tomando en cuenta lo mencionado podemos comenzar a definir las ecuaciones y modelos existentes.

2.3.1. Transformador

El transformador es un dispositivo electrónico que nos permite transformar una tensión alterna de entrada en una tensión alterna de salida de distinto valor. La principal ventaja que tienen los transformadores es su alto rendimiento. En la figura 2 se puede ver un esquema de un transformador

2.3.2. Rectificador

2.3.3. Filtro

2.3.4. regulador

2.3.5. carga

2.4. Disipadores de calor

2.5. Micro-controlador

sda

2.6. Inversores de voltaje

2.7. Bobina de ignición

das

2.8. Fuentes de alto voltaje mas comunes

2.9. Multiplicador de voltaje Cockcroft-Walton

fgdgf

Capítulo 3

Metodología

En este capítulo se expone todo el desarrollo de la fuente de alto voltaje en cuestión, diseño del sistema, fabricación del sistema, diseño del firmware del micro controlador, implementación y por último el método experimental.

3. METODOLOGÍA

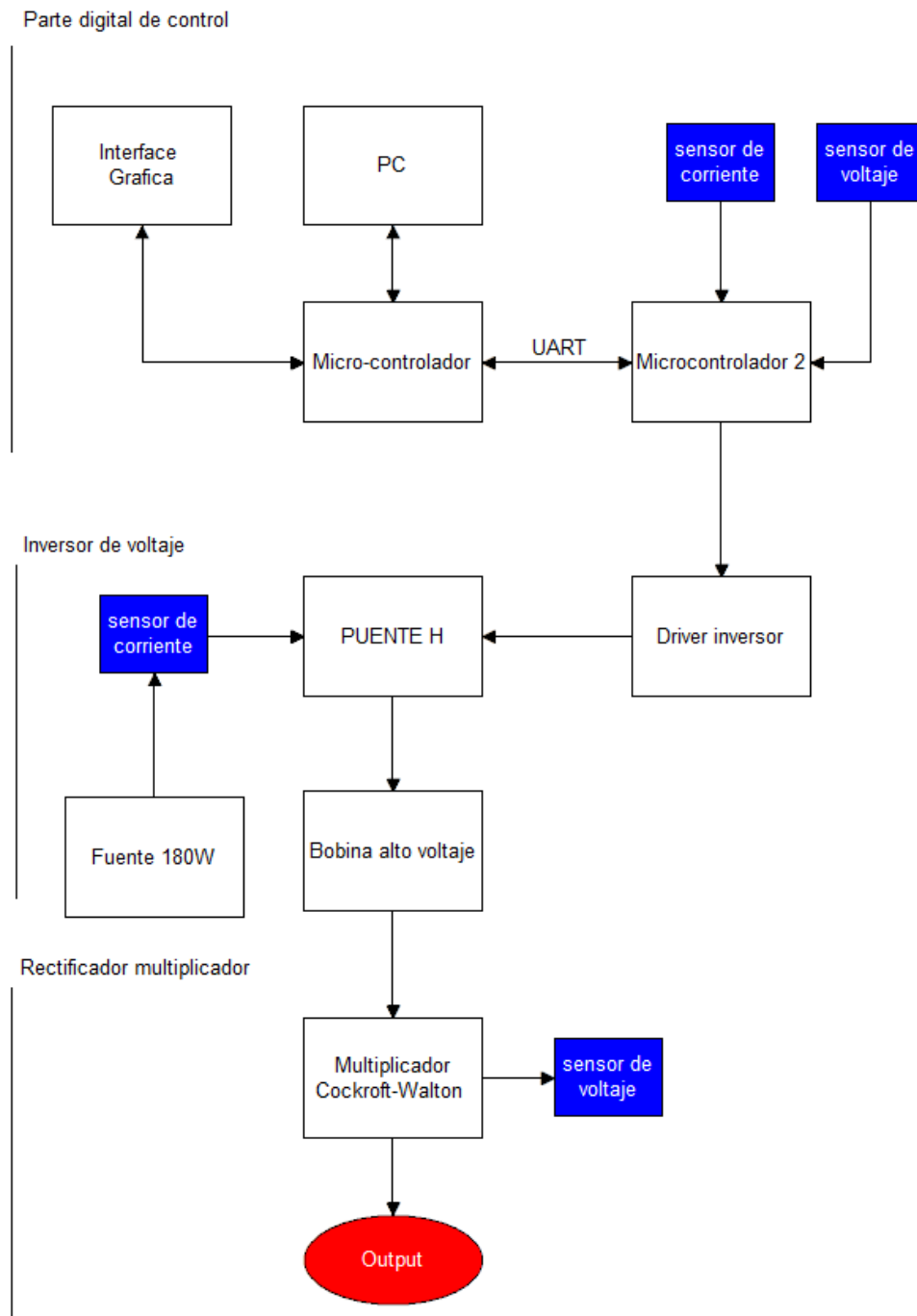


Figura 3.1: Topologia de fuente de alto voltaje



Figura 3.2: Descripción de la planta

3.1. Sección

El sistema blah, blah. Ejemplo de cita (?) La figura (3.2) ilustra los componentes de la planta.

3.2. Sección en color azul

3.2.1. Subsección

Antes de comenzar, se definen en la tabla 3.1 los parámetros y variables utilizadas

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

3.2.2. Otra subsección

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim

3. METODOLOGÍA

Nombre Parámetro/Variable	Símbolo
Masa del péndulo	m
Masa del carro	M
Distancia del eje de giro al centro de masa	l
Aceleración gravitatoria	g
Momento de inercia péndulo respecto del eje de giro	J
Ángulo del péndulo respecto del eje vertical	θ
Velocidad angular del péndulo	$\dot{\theta}, \omega$
Distancia del carro respecto al centro del riel	x
Velocidad del carro	\dot{x}, v

Tabla 3.1: Parámetros dinámicos del carro-péndulo - Estos son los valores de parámetros utilizados en el diseño y las simulaciones, corresponden a los valores reales.

nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat.

Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Análisis de Resultados

4.1. Resultados

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Capítulo 5

Conclusiones

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Apéndice A

Código/Manuales/Publicaciones

A.1. Apéndice

Apéndice